

## ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

УДК 665.761.6

### ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ АКТИВИРОВАННОЙ ГЛИНЫ ДЛЯ ДООЧИСТКИ ОСТАТОЧНОГО ПРОДУКТА ПРОЦЕССА «ЮНИКРЕКИНГ»

канд. техн. наук, доц. А.А. ЕРМАК; П.Ф. ГРИШИН; Н.А. АРТЕМЕНКО  
(Полоцкий государственный университет)

Рассмотрены требования к качеству белых масел в зависимости от области их применения. Показано, что для получения белых масел сегодня используются достаточно сложные и дорогостоящие многостадийные технологические процессы сернокислотной либо гидрокаталитической очистки нефтяных фракций. На основании результатов изучения физико-химических свойств и спектральных характеристик остаточного продукта процесса топливного гидрокрекинга вакуумных газойлей по технологии «Юникрекинг» фирмы UOP сделан вывод о его потенциальной пригодности для использования в качестве сырья для получения белых масел. Показана возможность получения белых масел из указанного сырья путём его предварительной сольвентной депарафинизации с последующей адсорбционной доочисткой активированной глиной. Изучены основные закономерности и особенности адсорбционной доочистки масел с использованием активированной глины. Предложен способ регенерации отработанной активированной глины. Намечены перспективы применения активированных глин для адсорбционной доочистки минеральных масел.

**Ключевые слова:** гидрокрекинг, белые масла, активированная глина, адсорбционная доочистка минеральных масел, регенерация активированной глины.

**Введение.** Остаточный продукт процесса гидрокрекинга вакуумных газойлей по технологии «Юникрекинг» фирмы UOP представляет собой сложную смесь высококипящих соединений, состоящую преимущественно из парафиновых и нафтеновых углеводородов, с низким содержанием серы и фактически полным отсутствием тяжелых металлов. В связи с этим он может быть использован не только при получении топлив, но и как сырьё для нефтехимической промышленности, производства высококачественных базовых масел, а также в качестве компонента пластичных смазок [1–4].

Получение белых масел – одно из перспективных направлений комплексной переработки остаточного продукта процесса гидрокрекинга [3; 5]. Белые масла представляют собой глубоко очищенные парафино-нафтеновые углеводороды с низким содержанием или полным отсутствием ароматических, серо- и азотсодержащих соединений. По степени очистки белые масла подразделяются на две группы: медицинские и технические. Первые находят применение в фармацевтической, косметической и пищевой промышленности. Технические белые масла используются в химической промышленности в качестве растворителей инициаторов и катализаторных комплексов, пластификаторов полимеров, а также в текстильной, полиграфической, бумажной и других отраслях промышленности [5]. Требования к качеству некоторых минеральных белых масел приведены в таблице.

Таблица. – Показатели качества некоторых минеральных белых масел

Наименование показателей	Масло вазелиновое ГОСТ 3164	Масло парфюмерное ГОСТ 4225	PurityFGWO (WO 10...90) [6]	AGIPOBI 10...21 [7; 8]	DIVYOL WOP 60...500 [9]
Вязкость кинематическая: - при 20 °С, мм <sup>2</sup> /с - при 40 °С, мм <sup>2</sup> /с - при 50 °С, мм <sup>2</sup> /с - при 100 °С, мм <sup>2</sup> /с	– – 28,0...38,5 –	– – 16,5...23,0 –	– 12,7...102,8 – 3,1 – 11,8	185,0/31,5 60,0...14,0 – –	– 7,0...85,0 – –
Температура вспышки в закрытом тигле, °С, не ниже	185	180	175...266	225...190	145...220
Плотность при 20 °С, кг/м <sup>3</sup>	870,0...890,0	менее 880,0	–	–	–
Плотность при 15 °С, кг/м <sup>3</sup>	–	–	849,0...870,0	885,0...845,0	810,0...860,0
Индекс вязкости	–	–	98...105	–	–
Зольность, % масс., не более	0,005	0,004	–	–	–
Температура застывания, °С, не выше	минус 8	минус 8	минус 15... ...минус 24	минус 15... ...минус 7	минус 12... ...минус 15
Цвет по ASTM D 156	–	–	30	30	30
Цвет, условные единицы КНС-1, не более	6,0	6,0	–	–	–

В связи с тем, что при использовании белых масел возможен их контакт с кожей и продуктами питания, необходимо оценивать их безопасность для человека и животных. Известно, что канцерогенное и раздражающее действие на живые организмы оказывают ароматические углеводороды, прежде всего полициклические, которые могут входить в состав сырья для получения белых масел [10].

Для оценки безопасности белые масла подвергают специальным испытаниям, успешное прохождение которых позволяет применять их для медицинских целей. Перечень этих испытаний приведен в сборниках «Государственная фармакопея» [11; 12], устанавливающих нормы качества и критерии подлинности (идентификации) лекарственного сырья – медицинских субстанций, вспомогательных веществ, диагностических и лекарственных средств и изготовленных из них препаратов. Критериями подлинности вазелинового масла являются: соответствие исследуемого образца инфракрасному спектру пропускания стандартного образца; отсутствие омыляемых гидроксидом натрия веществ; вязкость. Присутствие полициклических ароматических углеводородов оценивается при помощи метода УФ-спектрофотометрии путём сравнения оптической плотности испытуемого и контрольного раствора. Также контролируется кислотность или щёлочность, относительная плотность, остаточное содержание органических растворителей, твёрдых парафинов, легкообугливающих веществ, микробиологическая чистота [11].

Долгие годы традиционным и единственным методом получения белых масел служила сернокислотная очистка дистиллятов малопарафинистых нефтей с высоким содержанием нафтеновых углеводородов [13; 14]. Данная технология включает в себя такие стадии, как: взаимодействие сырья с сульфированным агентом; выделение сульфокислот; нейтрализация очищенного масла щелочью; промывка спиртом и доочистка адсорбентами. Метод сернокислотной очистки применяется и в настоящее время при получении медицинского вазелинового масла по ГОСТ 3164.

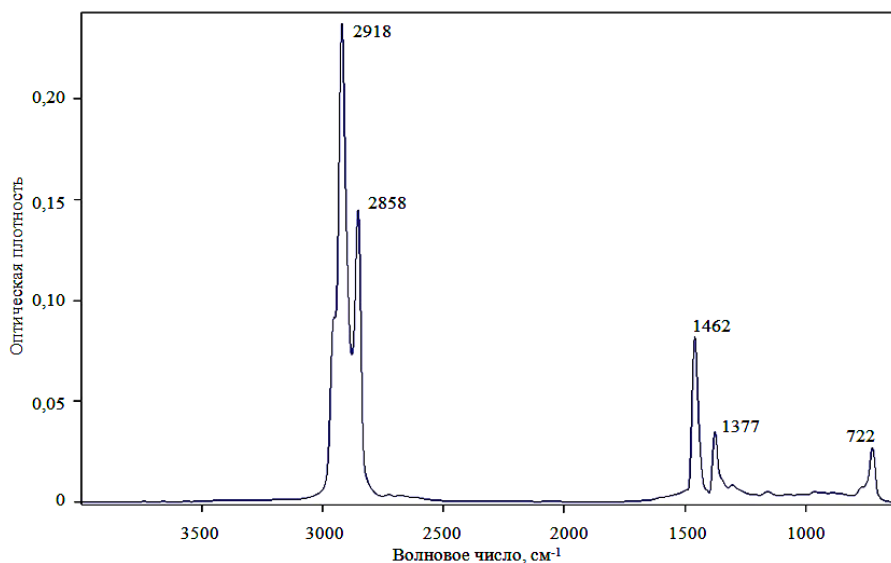
В последнее время для производства белых масел всё шире используют гидрокаталитические процессы, как правило, включающие стадии гидроочистки, глубокого гидрокрекинга при давлении до 20 МПа, каталитической изодепарафинизации с последующей гидродоочисткой (гидрофинишином) получаемого продукта [15]. Существуют технологии получения белых масел и из продуктов процесса топливного гидрокрекинга вакуумных газойлей. Их суть заключается во фракционировании остаточного продукта процесса гидрокрекинга с последующей глубокой гидродоочисткой и депарафинизацией полученных фракций [5]. Использование гидрогенизационных процессов для производства белых масел из продуктов топливного гидрокрекинга сопряжено с большими капитальными затратами, так как потребует строительства дополнительных технологических установок с соответствующей вспомогательной инфраструктурой и применения дорогостоящих катализаторов. С учётом небольшого сегмента рынка организация производства белых масел для крупных нефтеперерабатывающих предприятий, в основном, экономически нецелесообразна.

В связи с вышесказанным разработка относительно простых и доступных технологий получения белых масел из остаточного продукта процесса гидрокрекинга – актуальная задача.

Одним из известных способов доочистки минеральных масел является адсорбционная очистка. В качестве адсорбента на установках контактной доочистки масел применяются отбеливающие глины, представляющие собой горные породы с выраженными сорбционными свойствами. Как показали предварительные исследования, используемые в процессе контактной доочистки базовых масел бентонитовые глины не пригодны для эффективной доочистки остаточного продукта процесса гидрокрекинга, тем более получения на их основе белых масел. Однако в результате специальной физико-химической обработки исходной отбеливающей глины её сорбционные свойства удалось значительно улучшить и благодаря этому получить с её применением продукт, представляющий собой бесцветную прозрачную маслянистую жидкость, не флуоресцирующую при дневном свете. Изучение свойств полученного продукта, закономерностей изменения его свойств в ходе адсорбционной очистки, а также выявление потенциальной возможности регенерации синтезированной активированной глины – цель настоящей работы.

**Исследовательская часть.** В результате фракционирования под вакуумом остаточного продукта процесса гидрокрекинга может быть получен ряд фракций, отличающихся по физико-химическим свойствам [1]. С повышением температуры кипения фракции увеличивается её плотность, кинематическая вязкость, температура вспышки и температура застывания. При этом наблюдается рост содержания полициклических ароматических углеводородов, смолистых веществ и, соответственно, изменение цвета от жёлтого до светло-коричневого. В связи с этим для получения из вышеуказанных фракций белых масел их необходимо подвергать депарафинизации и очистке.

В качестве объекта исследований в настоящей работе использована фракция 375...460 °С с температурой застывания плюс 30 °С и индексом вязкости 130 пунктов. В результате сольвентной депарафинизации получено депарафинизированное масло светло-жёлтого цвета с температурой застывания минус 18 °С и индексом вязкости 120 пунктов. Плотность депарафинизированного масла при температуре 20 °С составляла 839,3 кг/м<sup>3</sup>; содержание в масле парафино-нафтеновых углеводородов – 98,34% масс.; смолистых веществ – 0,25% масс., ароматических углеводородов – 1,41% масс., в том числе полициклических 0,5% масс. ИК-спектр образца депарафинизированного масла, полученного из остаточного продукта процесса топливного гидрокрекинга по технологии «Юникрекинг», представлен на рисунке 1.



**Рисунок 1. – ИК-спектр образца депарафинизированного масла, полученного из остаточного продукта процесса «Юникрекинг»**

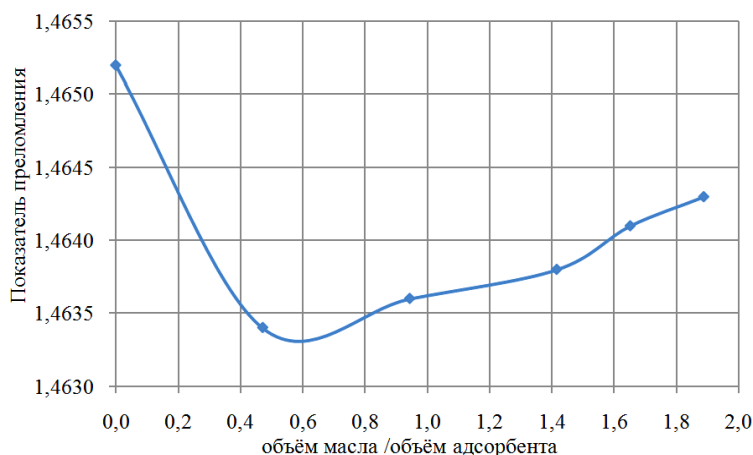
Исследования проводились при помощи ИК-Фурье спектрометра Bruker ALPHA.

Расположение полос поглощения ИК-спектра исследуемого депарафинизированного масла совпадает с полосами поглощения в спектре вазелинового масла [12; 16], что потенциально позволяет его использовать для получения белых масел. Наиболее интенсивные полосы поглощения соответствуют [17]:

- валентным колебаниям ( $\text{C-H}$ ) в группах ( $\text{-CH}_2\text{-}$ ) ( $2920 \pm 5$ )  $\text{см}^{-1}$  и ( $\text{-CH}_3$ ) ( $2860 \pm 5$ )  $\text{см}^{-1}$ ;
- ножничным колебаниям метиленовой группы в алканах вблизи  $1467 \text{ см}^{-1}$  и симметричным деформационным колебаниям ( $\text{-CH}_3$ ) групп ( $1375 \pm 5$ )  $\text{см}^{-1}$ ;
- маятниковым деформационным колебаниям групп ( $\text{-CH}_2\text{-}$ ) ( $720 \pm 5$ )  $\text{см}^{-1}$ .

В области волновых чисел ( $1030 \pm 5$ )  $\text{см}^{-1}$ , предположительно относящихся к биядерным ареновым структурам, а также волновых чисел ( $870 \pm 5$ ), ( $810 \pm 5$ ), ( $770 \pm 5$ ), ( $750 \pm 5$ ) и ( $695 \pm 5$ )  $\text{см}^{-1}$ , относящихся к деформационным колебаниям ( $\text{-CH-}$ ) групп ароматических колец моно- и полиядерных замещенных структур, выраженных полос поглощения не наблюдается. Однако, как отмечалось выше, в небольшом количестве данные соединения присутствуют в исследуемом образце. Поэтому оптическая плотность в указанных диапазонах волновых чисел не равна нулю.

Адсорбционная очистка депарафинизированного масла проводилась при температуре ( $18 \pm 2$ ) °C активированной глиной с полной статической обменной ёмкостью 9,44 мг-экв/г (ГОСТ 20255.1) и насыпной плотностью, равной 739,1  $\text{кг/м}^3$ . Высота слоя адсорбента в колонке составляла 300 мм. Предварительная оценка эффективности очистки масла проводилась по изменению показателя преломления при 20 °C с помощью рефрактометра Rudolph Research Analytical марки J-257. Тенденция изменения показателя преломления фильтрата в зависимости от отношения «объём масла/объём адсорбента» представлена на рисунке 2.



**Рисунок 2. – Изменение показателя преломления фильтрата при 20 °C в зависимости от отношения «объём масла/объём адсорбента»**

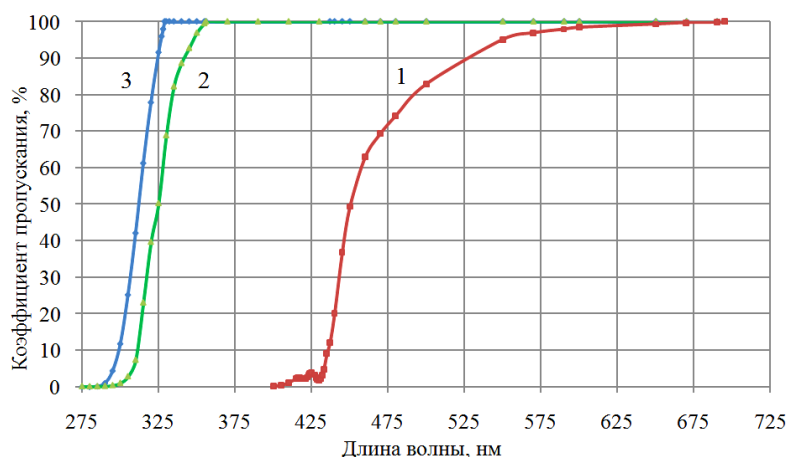
Визуально все полученные фильтраты представляли собой бесцветные прозрачные маслянистые жидкости, не флуоресцирующие при дневном свете. При этом в ходе адсорбционной очистки масла его показатель преломления вначале снижается, а затем, с увеличением объема пропущенного через активированную глину масла, начинает увеличиваться. Это свидетельствует о высокой эффективности используемого адсорбента по удалению из масла веществ, придающих ему окраску, но в то же время указывает на изменчивость химического состава фильтрата.

При изучении изменения группового состава масла по методу ВНИИ НП [18] установлено, что в результате адсорбционной очистки из него полностью удаляются смолистые вещества, би- и полициклические ароматические соединения, т.е. вещества с показателем преломления при 20 °С выше 1,5300. Также наблюдается снижение кислотного числа масла на 80...90% отн.

При соотношении «объем масла/объем адсорбента» менее единицы содержание углеводов с одним ароматическим кольцом в фильтрате снижается примерно на 70...80% масс. При этом содержание парафино-нафтеновых углеводов увеличивается примерно на 1,5% масс. и составляет около 99,7% масс. Однако с ростом соотношения «объем масла/объем адсорбента» содержание в очищаемом масле ароматических углеводов начинает увеличиваться, а парафино-нафтеновых углеводов снижаться, что и приводит к росту показателя преломления получаемого фильтрата.

Сравнительный анализ ИК-спектров образцов исходного депарафинизированного масла и фильтрата, полученного при отношении «объем масла/объем адсорбента», равном 0,94, не выявил заметного отличия в интенсивности наблюдаемых полос поглощения. Снижение оптической плотности у исследуемого фильтрата отмечено только в области волновых чисел (1500...1600)  $\text{см}^{-1}$ .

Для оценки эффективности адсорбционной очистки исследуемого масла более информативны диапазоны длин волн видимого и ультрафиолетового частей спектра. На рисунке 3 представлены результаты изучения изменения коэффициента пропускания депарафинизированного масла до и после адсорбционной очистки в диапазоне длин волн от 275 до 725 нм. Исследования проводились при помощи спектрофотометра ПЭ-5400УФ. В качестве образца сравнения использовалось медицинское вазелиновое масло, соответствующее ГОСТ 3164.



**Рисунок 3. – Изменение коэффициента пропускания депарафинизированного масла до (кривая 1) и после (кривая 2) адсорбционной очистки, а также вазелинового масла (кривая 3) в диапазоне длин волн от 275 до 725 нм**

При отношении «объем масла/объем адсорбента», равном 0,94, коэффициент пропускания фильтрата (см. рисунок 3, кривая 2) приблизился к коэффициенту пропускания медицинского вазелинового масла (см. рисунок 3, кривая 3). При длине волны света более 370 нм коэффициент пропускания фильтрата идентичен коэффициенту пропускания дистиллированной воды. Однако следует отметить, что с увеличением отношения «объем масла/объем адсорбента» степень очистки получаемого фильтрата снижается и при указанном соотношении, равном 3, кривая изменения коэффициента пропускания фильтрата вплотную приближается к кривой коэффициента пропускания депарафинизированного масла (см. рисунок 3, кривая 1).

Все исследованные в настоящей работе образцы в исходном состоянии в ближнем ультрафиолетовом диапазоне спектра непрозрачны. Поэтому для проведения исследований были приготовлены их 2% об. растворы в н-гексане. Кривые изменения коэффициента поглощения депарафинизированного масла до и после адсорбционной очистки, а также вазелинового масла в диапазоне длин волн от 230 до 300 нм представлены на рисунке 4.

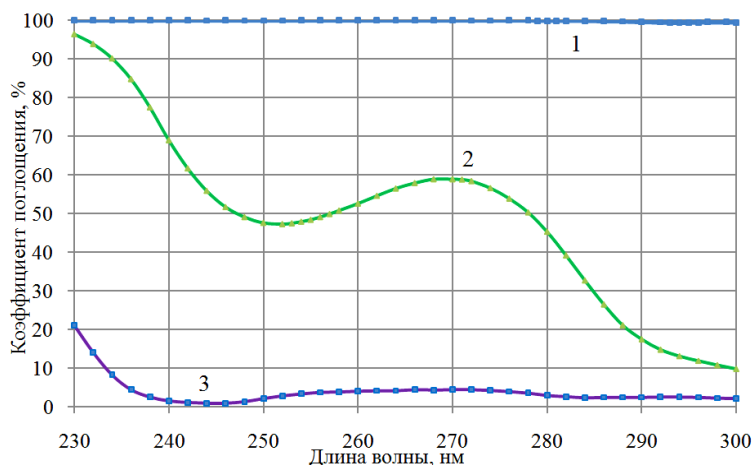


Рисунок 4. – УФ-спектры поглощения растворов образцов депарафинизированного масла до (кривая 1) и после (кривая 2) адсорбционной очистки, а также вазелинового масла (кривая 3) в н-гексане

Установлено, что исходное депарафинизированное масло (рисунок 4, кривая 1) даже в виде 2% об. раствора в н-гексане имеет коэффициенты поглощения в исследуемом диапазоне длин волн в пределах от 99,97 до 99,99%. Вазелиновое масло (см. рисунок 4, кривая 3) обладает наименьшей поглощающей способностью в указанном диапазоне длин волн. УФ-спектр фильтрата, полученного в результате адсорбционной очистки депарафинизированного масла (см. рисунок 4, кривая 4), занимает промежуточное положение. На основании анализа ультрафиолетовых спектров поглощения углеводородов, приведенных в [19], можно предположить, что в полученном фильтрате могут содержаться соединения, в состав которых входят производные бензола, а возможно и нафталина. Однако в связи с особенностями углеводородного состава остаточного продукта процесса гидрокрекинга, состоящего преимущественно из циклоалканов, вплоть до гексациклоалкана, и их алкилпроизводных [20], для расшифровки полученных УФ-спектров требуется проведение специальных исследований. Кроме того, в состав смешанных углеводородов, содержащихся в остаточном продукте процесса гидрокрекинга, могут входить и ароматические кольца, которые невозможно полностью удалить как сернокислотной, так и адсорбционной очисткой в связи с тем, что часть из них находится внутри крупных молекул и экранированы нафтеновыми кольцами и алкильными заместителями. Таким образом, можно сделать вывод, что путём адсорбционной очистки активированной глиной потенциально можно получить белые масла технического назначения. Вопрос использования данного метода для производства белых масел медицинского назначения остаётся открытым и требует проведения дополнительных физико-химических и токсиколого-гигиенических исследований. Вероятно, для получения белых масел медицинского назначения потребуется применение технологии многоступенчатой адсорбционной доочистки получаемых фильтратов.

Ключевой проблемой практического применения метода адсорбционной очистки масел, получаемых из остаточного продукта процесса гидрокрекинга, является ограниченная сорбционная ёмкость активированной глины и необходимость её регенерации. Исходная активированная глина представляет собой порошок белого или светло-серого цвета с размером частиц преимущественно от 0,25 до 1,0 мм. В ходе адсорбционной очистки цвет частиц глины становится угольно черным, и для восстановления сорбционной активности глину необходимо регенерировать.

Как показали исследования, для удаления с поверхности частиц отработанной глины адсорбата наиболее эффективным десорбентом является смесь одноатомного алифатического спирта (этанола) и ароматических углеводородов – бензола или толуола. После обработки спиртобензольной или спиртотолуольной смесями при оптимально подобранном соотношении компонентов цвет глины становится светло-жёлтым, а её сорбционная активность практически полностью восстанавливается. Раствор десорбента приобретает тёмно-коричневый цвет. При использовании в качестве десорбента только ароматических углеводородов сорбционная активность глины, оцениваемая по изменению показателя преломления фильтрата, пропущенного через адсорбент очищаемого масла, также частично восстанавливается, но не более чем на 80% отн. При этом цвет глины остаётся угольно чёрным, а раствор десорбента приобретает светло-коричневый цвет.

Содержание в составе десорбента ароматических углеводородов неизбежно приведет к их попаданию в очищенное масло. В связи с этим предлагается вначале проводить двухступенчатую регенерацию отработанной активированной глины спиртобензольной или спиртотолуольной смесью, а затем промывать регенерированную глину спиртом для вытеснения из неё ароматических углеводородов. В технологической

схеме установки адсорбционной очистки масел активированной глиной следует предусмотреть блок регенерации десорбента. Продуктом данного блока, помимо регенерированного десорбента, будет концентрат спиртобензольных смол и полиароматических углеводородов, который потенциально может быть использован в качестве сырья для получения поверхностно-активных веществ технического назначения.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать следующие **выводы**:

- остаточный продукт процесса гидрокрекинга является сырьём, потенциально пригодным для производства белых масел технического и медицинского назначения;
- белые масла могут быть получены путём адсорбционной очистки предварительно депарафинированного остаточного продукта процесса гидрокрекинга или входящих в его состав фракций с использованием специальной активированной глины;
- активированная глина позволяет получать продукт, представляющий собой бесцветную прозрачную маслянистую жидкость, не флуоресцирующую при дневном свете за счёт эффективного поглощения из очищаемого сырья полициклических ароматических углеводородов и смол;
- к недостаткам использования адсорбционного метода очистки масел относится ограниченность сорбционной ёмкости активированной глины, что свидетельствует о необходимости проведения её периодической регенерации;
- наиболее эффективным десорбентом, позволяющим осуществлять регенерацию отработанной активированной глины, является смесь ароматических углеводородов с одноатомными алифатическими спиртами.

Разработка и внедрение в промышленность технологического процесса адсорбционной очистки масел активированными глинами позволит расширить ассортимент получаемой продукции с высокой добавленной стоимостью, в частности белых масел различного назначения, а также улучшить показатели качества минеральных базовых масел. При этом следует принять во внимание, что в результате сотрудничества заинтересованных в данной технологии промышленных предприятий и профильных научно-исследовательских центров производство активированной глины в необходимых объёмах с заданными или оптимизированными под конкретное сырьё сорбционными свойствами возможно непосредственно на предприятии потребителя.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Свойства и перспективные направления переработки остаточного продукта процесса «Юникрекинг» / А.А. Ермак [и др.] // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В, Промышленность. Прикладные науки. – 2015. – № 11. – С. 115–120.
2. Фамутдинов, Р.Н. Определение качества сырья для высокоиндексных масел из остатка гидрокрекинга / Р.Н. Фамутдинов, С.В. Дезорцев // Башкирский химический журнал. – 2013. – Т. 20, № 4. – С. 37–39.
3. Sung, H.Y. VHVI Base Oils and White Oils from Fuels Hydrocracker Bottoms / H.Y. Sung, S.H. Kwon, J.P. Andre // Asia Fuels and Lubricants Conference, Singapore, January 25–28, 2000. – P. 21.
4. Булавка, Ю.А. Смазочная композиция на основе отходов нефтехимии для консервации техники [Электронный ресурс] / Ю.А. Булавка. – Режим доступа: <http://elib.psu.by:8080/handle/123456789/21985>. – Дата доступа: 30.01.2019.
5. Пиголева, И.В. Разработка технологии получения белых масел для эмульсионных вакцин из остаточных продуктов гидрокрекинга : дис. ... канд. техн. наук : 05.17.07 ; Рос. гос. ун-т нефти и газа (национальный исследовательский университет) им. И.М. Губкина, 2018. – 156 с.
6. Purity FG WO. Белые минеральные масла. Паспорт смазочного материала [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://oilengine.ru/wp-content/uploads/2016/08/Petro-Canada-PURITY-FG-WO-WHITE-OIL-35.pdf>. – Дата доступа: 30.01.2019.
7. Agip OVI серия белых масел высокой степени очистки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://eni-agip.com/wp-content/uploads/pdf/prom/belye/Agip%20OVI.pdf>. – Дата доступа: 30.01.2019.
8. Зарубежные масла, смазки, присадки, технические жидкости : междунар. каталог. Вып. 3. – М. : Издат. центр «Техинформ» МАИ, 2005. – 380 с.
9. Divyol wop speciality mineral oils [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gandharoil.com/pdf/divyol-wop-oils-technical.pdf>. – Дата доступа: 30.01.2019.
10. Luch, A. The Carcinogenic Effects of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons / A. Luch, Imperial College Press, 2005. – 489 p.
11. Государственная Фармакопея Республики Беларусь. – Минск : М-во здравоохранения Респ. Беларусь, 2007. – Т. II : Общие и частные фармакопейные статьи. – 471 с.
12. Государственная Фармакопея Российской Федерации. – XIII изд. – М. : М-во здравоохранения Рос. Федерации, 2015. – 1294 с.

13. Биск, В. Производство белого масла / В. Биск, А. Клюр ; пер. И.И. Абрамсон ; ред. В.П. Суханов // IV Междунар. нефтяной конгр. Т. IV. Технология переработки нефти и сланцев. – М. : ГОСТОП ТЕХИЗДАТ, 1956. – С. 265–286.
14. Черножуков, Н.И. Технология переработки нефти и газа. Производство товарных нефтепродуктов / Н.И. Черножуков ; под ред. А.А. Гуреева и Б.И. Бондаренко – М. : Химия, 1978. – Ч. 3 : Очистка и разделение нефтяного сырья. – 424 с.
15. Современное состояние производства белых масел: зарубежные и отечественные технологии / А.А. Щепалов [и др.] // Вестник ПНИПУ. Химическая технология и биотехнология. – 2018. – № 4. – С. 138–150.
16. Тарасевич, Б.Н. Некоторые вопросы применения физических методов в органической химии, ИК-спектроскопия / Б.Н. Тарасевич ; МГУ им. М.В. Ломоносова, хим. фак., каф. органической химии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/tarasevich/Vvedeniye.v.spetsializatsiju-2018.pdf>. – Дата доступа: 30.01.2019.
17. Смит, А. Прикладная ИК-спектроскопия / А. Смит ; пер. с англ. Б.Н. Тарасевича ; под ред. А.А. Мальцева. – М. : Мир, 1982. – 328 с.
18. Химия нефти. Руководство к лабораторным занятиям : учеб. пособие для вузов / И.Н. Дияров [и др.]. – Л. : Химия, 1990. – 240 с.
19. Казицына, Л.А. Применение УФ-, ИК-, ЯМР- и масс-спектроскопии в органической химии / Л.А. Казицына, Н.Б. Куплетская. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1979. – 240 с.
20. Pyrolysis of high-boiling product fractions from petroleum vacuum distillate hydrocracking / G. Sebor [et al.] // Fuel Processing Technology. – 1994. – V. 40. – P. 49–59.

Поступила 11.02.2019

## PROSPECTS FOR THE USE OF ACTIVATED CLAY FOR PURIFICATION THE RESIDUAL PRODUCT OF THE PROCESS “UNICRACKING”

A. YERMAK, P. GRISHIN, N. ARTEMENOK

*The requirements to the quality of white oils depending on the field of their application are considered. It is shown, that for the production of white oils are currently used quite complex and expensive multistage technological processes of sulfuric acid or hydrocatalytic purification of oil fractions. On the basis of the results of the study of physical and chemical properties and spectral characteristics of the residual product of the process of fuel hydrocracking of vacuum gas oils on the technology of “Unicreking” (UOP) concluded its potential suitability for use as a raw material for white oils. The possibility of obtaining white oils from the above-mentioned raw materials by its preliminary solvent dewaxing with subsequent adsorption post-treatment with activated clay is shown. The basic laws and features of adsorption post-treatment of oils using activated clay are studied. A method of regeneration of spent activated clay is proposed. The prospects of using activated clays for adsorption purification of mineral oils are outlined.*

**Keywords:** hydrocracking, white oils, activated clay, adsorption purification of mineral oils, regeneration of activated clay.